

**(Notas para realizar los problemas de psicrometría)**

**Conceptos básicos:**

El aire contiene una cierta cantidad de vapor de agua. Se dice que está saturado de vapor de agua cuando, a una temperatura dada, la presión parcial del vapor de agua,  $P_v$ , es igual a la **presión de saturación  $P_s$** , a dicha temperatura (ver tabla)

De la misma forma, el aire estará saturado cuando, para una  $P_v$  cualquiera, su temperatura sea igual a la  $T$  de saturación a dicha presión. Esa es la **temperatura de rocío,  $T_r$** , a la que comienza a condensarse el vapor de agua. Es decir,  $T_r$  es la temperatura de saturación isóbara.

**Presión de saturación del vapor (0-50 °C)**

t °C	Ps (b)	t °C	Ps(b)
0	0,006107	24	0,02984
5	0,008719	25	0,03166
10	0,01227	26	0,03361
15	0,01704	27	0,03566
16	0,01818	28	0,0378
17	0,01937	29	0,04
18	0,02063	30	0,04242
19	0,02197	35	0,05622
20	0,02337	40	0,07375
21	0,02486	45	0,0958
22	0,02644	50	0,12335
23	0,02808		

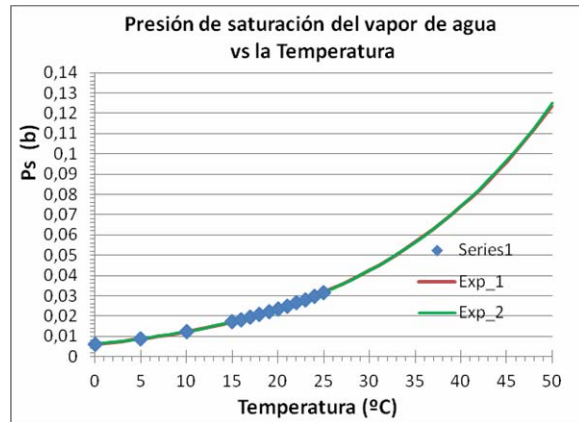
Existen expresiones analíticas aproximadas para  $P_s$ :

**Exp. 1**

$$\ln\left(\frac{P_s}{140974}\right) = -\frac{3928,5}{231,67 + t} \text{ con } t \text{ en } ^\circ\text{C}.$$

**Exp. 2**

$$P_s = e^{\left(14,2928 - \frac{5291}{T}\right)} \text{ con } T \text{ en } \text{K}.$$



**Temperatura de saturación adiabática,  $T_h$** , es la temperatura que alcanzaría el aire inicialmente no saturado después de sufrir un proceso adiabático (isoentálpico) que lo lleva a la saturación al aumentar el contenido de vapor. (mediante la evaporación de agua líquida). Consideraremos que es equivalente a la  $T$  de termómetro húmedo.

**(Notas para realizar los problemas de psicrometría)**

**Índices de humedad**, permiten caracterizar la cantidad de vapor de agua en el aire húmedo:

**Humedad absoluta** (razón de masa): Masa de vapor /Masa de aire seco

$$X = m_v/m_a = M_v n_v/M_a n_a = 0,622 P_v/P_a = 0,622 P_v/(P - P_v) \quad (X \approx W \approx \omega)$$

$$(M_a = 28,97 \text{ y } M_v = 18,02)$$

**Humedad relativa:** cociente entre  $P_v$  y la presión de saturación (correspondiente a la temperatura). De forma equivalente, cociente entre la cantidad de vapor presente en el aire húmedo y la que habría en caso de estar saturado. Suele expresarse en %.

$$H_R = 100 * P_v/P_s = 100 * (m_v/m_v^{sat})$$

Es habitual dar las propiedades del aire húmedo por unidad de masa de aire seco (a.s.).

**Volumen (específico) húmedo:** Volumen de aire /Masa de aire seco

$$v^* = V/m_a \quad (\text{m}^3/\text{kg a.s.})$$

$$PV = nRT = (n_a + n_v)RT \Rightarrow V/m_a = \left(\frac{m_a}{M_a} + \frac{m_v}{M_v}\right) RT / (m_a P) = \left(\frac{1}{M_a} + X \frac{1}{M_v}\right) RT / P$$

**Entalpía (específica):** Entalpía del aire/Masa de aire seco (J/ kg a.s.)

$$\Delta H = m_a \Delta h_a + m_v \Delta h_v \text{ y la entalpía específica: } \Delta h^* = \Delta H/m_a = \Delta h_a + X \Delta h_v$$

$$\Delta h_a = c_{pa}(T - T_0)$$

$$c_{pa} = 1005 \text{ J/kg}$$

$$\Delta h_v = L_v + c_{pv}(T - T_0)$$

$$c_{pv} = 1860 \text{ J/kg} \text{ y } L_v = 2501,4 \text{ kJ/kg} = 2,5 \times 10^6 \text{ J/kg},$$

donde  $T_0 = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$  y  $L_v$  es el calor latente de vaporización del vapor de agua a  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Las diferentes propiedades del aire húmedo están relacionadas entre sí, de forma que a partir de dos cualesquiera de las definidas anteriormente ( $T$ ,  $X=W$ ,  $H_R$ ,  $T_r$ ,  $T_h$ ,  $v^*$  o  $\Delta h^*$ ) pueden calcularse las otras. Para simplificar esos cálculos, se utilizan los diagramas psicrométricos, que son las representaciones gráficas de las ecuaciones que relacionan las magnitudes anteriores.

